

Begleitendes Monitoring glukoseabhängiger Variabler

W. Leingartner², G. Wießpeiner¹, P. Wach¹, F. Skrabal³, P. Kotanko³

¹ Institut für Elektro- und biomedizinische Technik, Technische Universität Graz

² Ludwig Boltzmann-Institut für technische Lebenshilfen, Graz

³ Krankenhaus der Barmherzigen Brüder, Graz

RZFASSUNG

Die automatische Regelung der Glukose bei Diabetikern konnte bisher nicht zufriedenstellend gelöst werden und ist Gegenstand intensiver internationaler Forschungen. Der Glukoseverlauf wird von vielen komplexen Regelmechanismen bestimmt, die individuell verschieden, von der Tagesverfassung und der körperlichen Aktivität der Untersuchungsperson abhängig sind [1].

Die Störgrößen sollen durch zusätzliche Messung der

- * Atmung
- * Herzfrequenz
- * Körpertemperatur
- * Transpiration

erfaßt werden.

Basierend auf einem ambulanten Datenerfassungssystem (DES) wird die dazu erforderliche Sensorik und Software für Routinemessungen bereitgestellt.

APPARATUR

Sensorik

Um eine möglichst realistische Erfassung des physiologischen Verhaltens von Störgrößen zu gewährleisten, muß die Apparatetechnik bestimmten Anforderungen genügen:

Es muß die gesamte Sensorik und Datenerfassung, ambulant am Körper getragen werden, um die Mobilität der Untersuchungsperson nicht zu beeinträchtigen oder sie gar ans Bett zu binden. Weiters ist auch ein gewisser Tragekomfort notwendig, um die Patienten im Schlaf nicht zu stören.

Daraus resultieren:

- * geringe Baugröße und Gewicht
- * kleiner Stromverbrauch (Akku-Betrieb)
- * einfache Handhabung

Atmung

Für die Erfassung der Atemfrequenz stehen grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung:

Strömungsmessung der Atemluft:

Diese Methode ist dem Patienten für einen längeren Zeitraum (24 Stunden) nicht zumutbar, und scheidet daher aus [2].

Impedanzmessung des Brustkorbs:

Hier wird der Umstand genutzt, daß die Thoraximpedanz vom Füllungszustand der Lungen abhängig ist. Die Impedanzänderung ist jedoch sehr gering und bewegungsartefaktanfällig.

Messung der Brustkorbdehnung:

Dieser Gürtel überträgt die Dehnung entweder auf Kraftaufnehmer (Dehnungsmeßstreifen, piezoelektrische Aufnehmer) oder auf Dehnungsaufnehmer (z.B. mit leitfähiger Flüssigkeit gefüllter Schlauch). Die Kraftaufnehmer haben den Nachteil einer größeren Störanfälligkeit bei Bewegungen und wirken eher beengend.

Für das ambulante Monitoring haben wir uns daher für die Messung der Brustkorbdehnung mit einem elastischen Schlauch entschieden. Der Schlauch ist mit einer elektrolytischen (ungiftigen) Flüssigkeit gefüllt. Der Schlauch wird mit einem Gurt am Brustkorb befestigt. Die resultierende Widerstandsänderung wird in einem AD-Wandler digitalisiert und mittels Software ausgewertet.

Herzfrequenz:

Das EKG wird über 3 Elektroden von der Brustwand abgeleitet und die Herzfrequenz aus der EKG-Musteranalyse gewonnen [3].

Körpertemperatur:

Zur Temperaturmessung wird zwischen Brustgurt und Haut ein Temperaturfühler (NTC) angebracht. Dieser erhält eine zusätzliche Wärmeisolierung gegen den Einfluß der Umgebungstemperatur. Zu beachten ist, daß die so gemessene Temperatur von der Kerntemperatur, der Oberflächendurchblutung und der Umgebungstemperatur abhängt. Um den Einfluß der Umgebungstemperatur berücksichtigen zu können, wird auch diese mit einem zusätzlichen Fühler erfaßt und mitgemessen [4].

Transpiration:

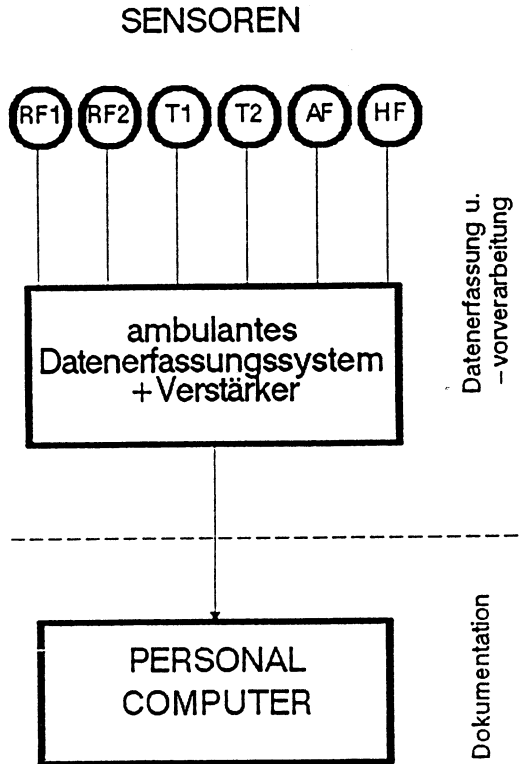
Als Sensor zur Messung der Transpiration wurde ein handelsüblicher kapazitiver Feuchtesensor verwendet. Dieser mißt die relative Feuchte an der Hautoberfläche. Ein 2. Sensor erfaßt auch hier den Einfluß der Umgebungfeuchte.

Ambulantes Datenerfassungssystem (DES)

Das DES besteht aus einem Single-Chip-Prozessor mit 32 kRAM, einer Echtzeituhr und diversen Verstärkern zur Umwandlung der Sensorsignale.

Die ganze Elektronik wird mit 4 NiCd-Akkus (180 mAh) betrieben, sodaß sich eine Einsatzzeit von mindestens 24 Stunden ergibt.

Somit ergibt sich folgende Hardwarekonfiguration:
Blockschaltbild



AF..Atemfrequenz RF..rel.Feuchte
HF..Herzfrequenz T....Temperatur



Foto: Ansicht des Gerätes mit Sensoren

Technische Daten (DES):

Gewicht (inkl. Akkus u. LCD-Anzeige): 200 g
Größe: 120 x 65 x 30 mm
Einsatzzeit: 6 x 8 bit Meßwerte/Minute ergibt 70 Stunden Dauerbetrieb
Sensoren für: 2 x Temperatur
 2 x relative Feuchte
 1 x Atmung
 1 x Herzfrequenz

SOFTWARE

Die Software besteht aus 2 Teilen:

1. Das Programm im Datenerfassungssystem:

Dieses steuert einen Single-Chip-Prozessor und hat die Aufgabe, die einzelnen Meßgrößen aufzunehmen, zu digitalisieren sowie die gewünschten Kenngrößen in Echtzeit daraus abzuleiten. Die anfallenden Daten müssen soweit verarbeitet werden, daß mit dem vorhandenen Speicherplatz (32 kByte) ein Zeitraum von 24 Stunden erfaßt werden kann.

2. Das Programm für den Personalcomputer:

Es ist für das Auslesen der Daten aus dem Datenerfassungssystem und die weitere Verarbeitung zuständig. Sie beinhaltet vor allem die graphische Darstellung der Meßwerte über den Beobachtungszeitraum. Weiters kann über eine Korrelationsanalyse der Zusammenhang zwischen den erfaßten Störgrößen und Glukosewerten ermittelt werden.

Die Arbeiten werden vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung und von der Stadt Graz gefördert.

LITERATUR

- [1] Unger, R.H., Foster, P.W.: Diabetes Mellitus in Textbook of Endocrinology. Saunders Company 1985
- [2] Wießpeiner, G., Schuy, S.: BTA - ein neues Verfahren zur Strömungsmessung. ME 83, Informationstagung Mikroelektronik, 128-132, Wien 1983
- [3] Wießpeiner, G., Schuy, S., Grübler, R.: Verbesserte QRS-Erkennung durch Mikroprozessor-Signalanalyse. Biomed. Technik, Bd. 26, Ergänzungsband, September 1981
- [4] Tatsuo Togawa: Body temperature measurement. Clinical Phys. Physio. Meas., 1985, Vol. 6, No. 22